

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

19 Federal Republic  
of Germany

12 Patent Specification  
10 DE 33 46 659 A1

51 Int. Cl.<sup>4</sup>:  
**H01 F 17/04**  
H 01 F 3/04  
H 01 F 1/09

German	21	File:	P 33 46 659.9
	22	Date filed:	23 Dec 83
Patent Office	43	Date laid open:	4 July 85

71 Applicant:  
Standard Elektrik Lorenz AG, 7000 Stuttgart

72 Inventors:  
Kersten, Peter, Dr.-Ing., 7250 Leonberg, DE;  
Volz, Hans, Dr.rer.nat., 7141 Schwieberdingen, DE  
  
[stamp:] Official

54 Inductive component

Introduced is an inductive component (inductor or transformer) that is suitable for use in thin-film circuits. The magnet core (11) comprises a thin film of ferromagnetic amorphous material, for instance  $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}\text{B}_{20}$ . The coils (13, 16) are conductive thin films that cross over and cross under the magnet core (11). Applied in between are insulating films (14, 15).

[2 diagrams]

Standard Elektrik Lorenz  
Aktiengesellschaft  
Stuttgart

H. Volz-P.Kersten 9-9

#### Claims

1. Inductive component comprising a magnet core and at least one coil surrounding said magnet core, characterized in that said inductive component (1) is constructed of thin films (11, 13, 14, 15) on a substrate (10), in that one of said films comprises magnetizable material and constitutes the magnet core (11), in that a coil (13) surrounding said magnet core (11) is formed by means of additional films that cross under and over said magnet core (11), and in that said magnet core (11) is separated from said coil (13) by intermediate insulating films (14, 15).
2. Inductive component in accordance with claim 1, characterized in that said magnet core (11) is surrounded by a second coil (16) of the same type.
3. Inductive component in accordance with either claim 1 or 2, characterized in that said magnet core (11) comprises a plurality of congruent films laying atop each other and made of a magnetizable material and in that said films are separated by intermediate insulating films.

ZT/P2-Bs/Gn  
13 Dec 1983

H. Volz 9-9

4. Inductive component in accordance with any of claims 1 through 3, characterized in that said magnetizable material is a ferromagnetic amorphous metal.

5. Inductive component in accordance with claim 4, characterized in that said amorphous metal is an alloy based on the transition elements of the iron group.

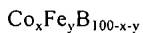
6. Inductive component in accordance with claim 5, characterized in that said amorphous metal contains at least one metalloid (B, C, Si, Ge, P).

7. Inductive component in accordance with claim 5 or 6, characterized in that said amorphous metal contains titanium, zircon, hafnium, and/or niobium.

8. Inductive component in accordance with any of claims 5 through 7, characterized in that up to five percent (atom percent) of said amorphous metal comprises other elements.

9. Inductive component in accordance with any of claims 5 through 8, characterized in that said amorphous metal is a Co/Fe-based alloy.

10. Inductive component in accordance with claims 6 and 9, characterized in that said amorphous metal comprises



where

$$70 \leq x \leq 80 \text{ (x in atom percent)}$$

$$4 \leq y \leq 10 \text{ (y in atom percent)}$$

H. Volz 9-9

11. Inductive component in accordance with any of claims 1 through 10, characterized in that it is a part of an integrated circuit.
12. Inductive component in accordance with any of claims 1 through 11, characterized in that there are at least two coils (20), in that each of said coils (20) comprises a conductor that crosses under said magnet core (11) once and crosses thereover once, and in that there is an additional coil (23) that comprises a plurality of turns around the magnet core (11).
13. Ground-fault circuit interrupter having a transformer that comprises a magnet core, and that furthermore comprises a coil surrounding said magnet core and encompassing a plurality of turns, and that furthermore comprises at least two conductors leading through said magnet core, characterized in that said transformer is an inductive component in accordance with claim 12.

H. Volz-P.Kersten 9-9

#### Inductive Component

The invention is an inductive component in accordance with the preamble to the main claim and is furthermore an application of such a component.

Due to the generally known designs of inductive components (inductors and transformers), their use is frequently not desired. This is particularly true in the case of integrated circuits.

The object of the invention is to provide an option for using components that work inductively, even in integrated circuits.

This object is achieved by the teaching of the main claim. It provides the ability to construct inductive components, especially transformers, using thin-film technology.

The inductive component is constructed of thin films on a substrate, one of these films comprising magnetizable material and a magnet

ZT/P2-Bs/Gn

13 Dec 1983

H. Volz 9-9

core. Additional, appropriately applied thin films are used to form a coil that surrounds the magnet core and that is insulated against it.

The magnet core can also be surrounded by a second coil of the same type. The magnet core can be "laminated" in that it comprises a plurality of magnetizable films with insulation arranged in between.

The magnetizable material of the magnetic circuit is preferably made of a ferromagnetic amorphous metal. Especially suitable amorphous metals can be found in claims 5 through 10. Preferably the inductive component is located together with additional circuit parts manufactured with thin-film technology on a common substrate and with said parts constitutes an integrated circuit. A special design of an inductive component in accordance with the invention and a possible application of such a component can be found in subordinate claims 12 and 13.

The invention is explained in more detail in the following, using exemplary embodiments and the enclosed drawings.

Fig. 1 is a transformer in accordance with the invention, shown in a top-view and in cross-section.

Fig. 2 is a top-view of another transformer in accordance with the invention.

Next a transformer in accordance with the invention will be described in more detail using

H. Volz 9-9

Fig. 1. Fig. 1a is a cross-section and Fig. 1b is a top-view; the line A-A in Fig. 1b describes the plane of the cross-section shown in Fig. 1a. The drawing is not to scale. The foundation of the transformer is a substrate 10 made of glass. But the substrate could also be made of quartz, a semi-conductor, or ceramic. Applied to the substrate 10 is a rectangular magnet core 11. Narrow strips of an electrically conducting material are arranged over and under the magnet core 11 on a width of the rectangle such that overall they constitute a coil 13 that surrounds the magnet core 11. In the region of the coil 13 the magnet core 11 is insulated above and below against the coil 13 by means of intermediate insulating films 14 and 15. An additional coil 16 is affixed to the opposing side of the rectangle in the same manner.

The cross-section shown in Fig. 1a clearly illustrates the sequence in which the individual films that comprise the inductive component 1 are applied. First those parts of the coils 13 and 16 that will later run under the magnet core 11 are dusted (sputtered) through a mask, then the first intermediate insulating film 14 is added, then the magnet core 11, which is again followed by the second intermediate insulating film 15, and then the rest of the parts of the coils 13 and 16 follow as the final film. Vapor-deposited films can also be used instead of dusted films. The individual films can also be structured, e.g., by means of photolithography.



#### H. Volz 9-9

The magnet core 11 can also comprise a plurality of ferromagnetic films of the same type that are separated from each other by intermediate insulating films.

Ferromagnetic amorphous metals are particularly suitable as the magnetizable material for the magnet core 11. On the one hand, these metals have exceptional magnetic properties and on the other hand they are highly suitable for producing thin films. Those amorphous metals that comprise an alloy based on the transition elements of the iron group exhibit good ferromagnetic properties. The amorphous metal preferably comprises at least one metalloid (B, C, Si, Ge, P). The magnetic properties can be manipulated by adding titanium, zircon, hafnium, and/or niobium. Up to 5% (atom percent) of the amorphous metal can comprise other elements. Especially suitable are amorphous metals of a Co/Fe-based alloy, preferably  $\text{Co}_x\text{F}_y\text{B}_{100-x-y}$ , where  $70 \leq x \leq 80$  and  $4 \leq y \leq 10$  (x, y in atom percent). The intermediate insulating films 14 and 15 comprise quartz; the coils 13 and 16 comprise gold, but could also be manufactured from any other conductor material conventionally used in thin-film technology. The coils 13 and 16 could even be made of the same material as the magnet core 11.

Such a transformer is exceptionally suitable for use in an integrated circuit. There are also a multiplicity of possible employment applications based on the very good magnetic properties of the materials cited.

H. Volz 9-9

Another embodiment form of the transformer in accordance with the invention is described using Figure 2. The transformer shown comprises a rectangular magnet core 11 affixed on a substrate 10. Four coils 20 each comprise one straight conductive strip that crosses under the magnet core 11 on one side and that crosses over the opposing side. Together with the four connections 21 and the four connections 22, this thus constitutes four conductors that are surrounded by the magnet core 11 in the manner of a current probe. The magnetic flow in the magnet core 11 is thus proportional to the sum of the currents in these conductors. Attached at one of the narrow sides of the magnet core 11 is a measuring coil 23 comprising a plurality of turns in the manner described in the example in accordance with Fig. 1. Thus the sum of the currents flowing through the coils 20 can be determined. The necessary intermediate insulating films are not shown in this example.

A transformer of the type illustrated in Figure 2 is suitable for a ground-fault circuit interrupter. A part of the evaluating circuit can be affixed to the substrate 10 as well.

- 9 -

This page blank

[Two pages of drawings]



①9 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3346659 A1**

⑤1 Int. Cl. 4:

**H01F 17/04**

H 01 F 3/04

H 01 F 1/09

②1 Aktenzeichen: P 33 46 659.9

②2 Anmeldetag: 23. 12. 83

④3 Offenlegungstag: 4. 7. 85

DE 3346659 A1

⑦1 Anmelder:

Standard Elektrik Lorenz AG, 7000 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:

Kersten, Peter, Dr.-Ing., 7250 Leonberg, DE; Volz,  
Hans, Dr.rer.nat., 7141 Schwieberdingen, DE

Behördeneigentu

⑤4 Induktives Bauelement

Es wird ein induktives Bauelement (Drossel oder Übertra-  
ger) vorgestellt, das für die Verwendung in Dünnschicht-  
schaltungen geeignet ist. Der Magnetkern (11) besteht aus  
einer dünnen Schicht ferromagnetischen amorphen Materi-  
als, beispielsweise  $\text{Co}_{75}\text{Fe}_{25}\text{B}_{20}$ . Die Spulen (13, 16) sind leit-  
fähige dünne Schichten, die den Magnetkern (11) teils über-  
und teils unterqueren. Dazwischen sind Isolierschichten (14,  
15) angebracht.

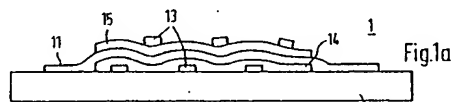


Fig.1a

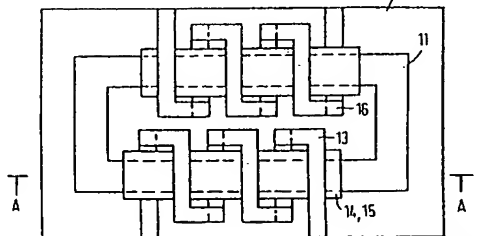


Fig.1b

DE 3346659 A1

ORIGINAL INSPECTED

Standard Elektrik Lorenz  
Aktiengesellschaft  
S t u t t g a r t

H.Volz-P.Kersten 9-9

Patentansprüche

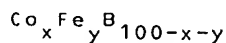
1. Induktives Bauelement mit einem Magnetkern und mindestens einer den Magnetkern umgebenden Spule, dadurch gekennzeichnet, daß das  
5 induktive Bauelement (1) aus dünnen Schichten (11, 13, 14, 15) auf einem Substrat (10) aufgebaut ist, daß eine dieser Schichten aus magnetisierbarem Material besteht und den Magnetkern (11) bildet, daß durch weitere, den Magnetkern (11) teils über- und teils unterquerende Schichten eine den Magnetkern (11) umschließende Spule (13) gebildet wird und daß der Magnetkern (11) von der Spule (13) durch isolierende Zwischenschichten (14, 15) getrennt ist.  
10
2. Induktives Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnetkern (11) von einer zweiten, gleichartigen Spule (16) umschlossen ist.  
15
3. Induktives Bauelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnetkern (11) aus mehreren übereinanderliegenden kongruenten Schichten magnetisierbaren Materials besteht und daß diese Schichten durch isolierende Zwischenschichten getrennt sind.  
20

ZT/P2-Bs/Gn

13.12.1983

H.Volz 9-9

4. Induktives Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetisierbare Material ein ferromagnetisches amorphes Metall ist.
5. Induktives Bauelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das amorphe Metall eine Legierung ist, die auf Übergangselementen der Eisen-Gruppe basiert.
6. Induktives Bauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das amorphe Metall mindestens ein Metalloid (B, C, Si, Ge, P) enthält.
- 10 7. Induktives Bauelement nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das amorphe Metall Titan, Zirkon, Hafnium und/oder Niob enthält.
8. Induktives Bauelement nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bis zu fünf Prozent  
15 (Atomprozent) des amorphen Metalls aus anderen Elementen besteht.
9. Induktives Bauelement nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das amorphe Metall eine Legierung auf Co-Fe-Basis ist.
- 20 10. Induktives Bauelement nach den Ansprüchen 6 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß das amorphe Metall aus



besteht mit

$$70 \leq x \leq 80 \text{ (x in Atomprozent),}$$

25

$$4 \leq y \leq 10 \text{ (y in Atomprozent).}$$

H.Volz 9-9

11. Induktives Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß es Teil einer integrierten Schaltung ist.

12. Induktives Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Spulen (20) vorhanden sind, daß jede dieser Spulen (20) aus einem Leiter besteht, der den Magnetkern (11) einmal unterquert und einmal überquert und daß eine weitere Spule (23) vorhanden ist, die mehrere Windungen um den Magnetkern (11) bildet.

13. Fehlerstrom-Schutzschalter mit einem Übertrager, der aus einem Magnetkern, einer diesen umgebenden Spule mit mehreren Windungen und mindestens zwei durch den Magnetkern führenden Leitern besteht, dadurch gekennzeichnet, daß der Übertrager ein Induktives Bauelement nach Anspruch 12 ist.

H.Volz-P.Kersten 9-9

### Induktives Bauelement

Die Erfindung betrifft ein induktives Bauelement nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs und eine Anwendung hierfür.

Aufgrund der allgemein bekannten Bauformen induktiver Bauelemente (Drosseln und Übertrager) ist deren Anwendung häufig unerwünscht. Dies gilt ganz besonders für integrierte Schaltungen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit anzugeben, um auch in integrierten Schaltungen induktiv wirkende Bauelemente realisieren zu können.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Lehre des Hauptanspruchs. Damit ist eine Möglichkeit gegeben, induktive Bauelemente, vor allem Übertrager, in Dünnschichttechnologie aufzubauen.

Das induktive Bauelement ist aus dünnen Schichten auf einem Substrat aufgebaut, wobei eine dieser Schichten aus magnetisierbarem Material besteht und einen Magnetkern

ZT/P2-Bs/Gn

13.12.1983



H.Volz 9-9

bildet. Durch weitere, geeignet angebrachte dünne Schichten wird eine den Magnetkern umschließende und von diesem isolierte Spule gebildet.

Der Magnetkern kann auch von einer zweiten, gleichartigen Spule umschlossen sein. Der Magnetkern kann "geblecht" sein, indem er aus mehreren magnetisierbaren Schichten mit dazwischen angeordneter Isolation besteht.

Das magnetisierbare Material des magnetischen Kreises ist vorzugsweise ein ferromagnetisches amorphes Metall. Besonders geeignete amorphe Metalle sind den Ansprüchen 5 bis 10 zu entnehmen. Vorzugsweise befindet sich das induktive Bauelement zusammen mit weiteren in Dünnschichttechnologie hergestellten Schaltungsteilen auf einem gemeinsamen Substrat und bildet mit diesen zusammen eine integrierte Schaltung. Eine spezielle Bauform eines erfindungsgemäßen induktiven Bauelements und eine Anwendungsmöglichkeit hierfür sind den Unteransprüchen 12 und 13 zu entnehmen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme der beiliegenden Zeichnung weiter erläutert.

Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Übertrager in der Aufsicht und im Schnitt.

Fig. 2 zeigt die Aufsicht auf einen anderen erfindungsgemäßen Übertrager.

Ein erfindungsgemäßer Übertrager wird nun anhand der

H.Volz 9-9

Fig. 1 näher beschrieben. Fig. 1a zeigt den Schnitt, Fig. 1b zeigt die Aufsicht; die Schnittlinie A - A in Fig. 1b zeigt die Schnittebene des in Fig. 1a gezeigten Schnitts. Die Darstellung ist nicht maßstäblich.

5 Grundlage des Übertragers ist ein Substrat 10 aus Glas. In Frage käme aber auch ein Substrat aus Quarz, Halbleiter oder Keramik. Auf das Substrat 10 ist ein rechteckiger Magnetkern 11 aufgebracht. An einer Breitseite des Rechtecks sind schmale Streifen eines elektrisch leit-

10 fähigen Materials so über und unter dem Magnetkern 11 angeordnet, daß sie insgesamt eine den Magnetkern 11 umgebende Spule 13 bilden. Im Bereich der Spule 13 ist der Magnetkern 11 nach oben und unten durch je eine isolierende Zwischenschicht 14 und 15 gegenüber der Spule 13 iso-

15 liert. An der gegenüberliegenden Rechteckseite ist in gleicher Weise eine weitere Spule 16 angebracht.

Der in Fig. 1a gezeigte Schnitt zeigt deutlich die Reihenfolge, in der die einzelnen Schichten aufgebracht sind, die das induktive Bauelement 1 bilden. Zuerst werden diejenigen Teile der Spulen 13 und 16 durch eine

20 Maske aufgestäubt (gesputtert), die später unterhalb des Magnetkerns 11 verlaufen sollen, es folgt die erste isolierende Zwischenschicht 14, darauf der Magnetkern 11, wiederum gefolgt durch die zweite isolierende Zwischen-

25 schicht 15 und als abschließende Schicht folgen die restlichen Teile der Spulen 13 und 16. Anstelle aufgestäubter Schichten können auch aufgedampfte Schichten zur Anwendung kommen. Die Strukturierung der einzelnen Schichten kann beispielsweise auch auf photolithographi-

30 schem Wege erfolgen.

H.Volz 9-9

Der Magnetkern 11 kann auch aus mehreren gleichartigen ferromagnetischen Schichten bestehen, die durch isolierende Zwischenschichten voneinander getrennt sind.

Als magnetisierbares Material für den Magnetkern 11 eignen sich in ganz besonderer Weise ferromagnetische amorphe Metalle. Diese haben einerseits hervorragende magnetische Eigenschaften und eignen sich andererseits in hohem Maße für die Herstellung dünner Schichten. Gute ferromagnetische Eigenschaften weisen solche amorphen Metalle auf, die aus einer Legierung bestehen, die auf Übergangselementen der Eisen-Gruppe basieren. Bevorzugt enthält das amorphe Metall mindestens ein Metalloid (B, C, Si, Ge, P). Durch Zugabe von Titan, Zirkon, Hafnium und/oder Niob können die magnetischen Eigenschaften beeinflusst werden. Bis zu 5% (Atomprozent) des amorphen Metalls kann aus anderen Elementen bestehen. Besonders geeignet sind amorphe Metalle aus einer Legierung auf Co-Fe-Basis, vorzugsweise aus  $\text{Co}_x\text{Fe}_y\text{B}_{100-x-y}$ , mit  $70 \leq x \leq 80$  und  $4 \leq y \leq 10$  (x, y in Atomprozent). Die isolierenden Zwischenschichten 14 und 15 bestehen aus Quarz, die Spulen 13 und 16 bestehen aus Gold, könnten aber auch aus jedem anderen in der Dünnschichttechnik gebräuchlichen Leitermaterial hergestellt sein. Die Spulen 13 und 16 könnten sogar aus demselben Material hergestellt sein wie der Magnetkern 11.

Ein solcher Übertrager eignet sich in hervorragender Weise dazu, Teil einer integrierten Schaltung zu sein. Aufgrund der sehr guten magnetischen Eigenschaften der genannten Materialien sind auch vielfältige Einsatzmöglichkeiten gegeben.

H.Volz 9-9

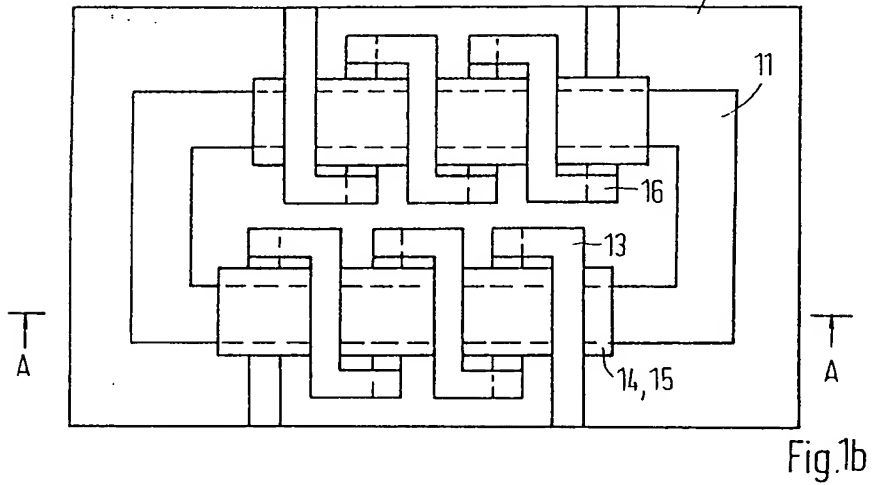
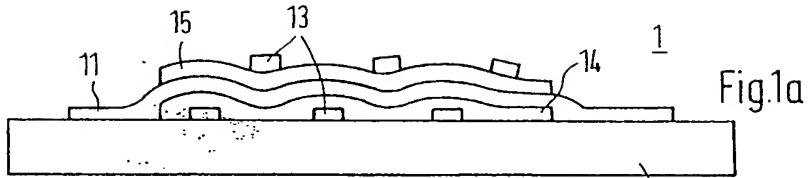
Anhand von Figur 2 wird eine andere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Übertragers beschrieben. Der gezeigte Übertrager weist einen auf einem Substrat 10 auf-  
gebrachten rechteckigen Magnetkern 11 auf. Vier Spulen  
5 20 bestehen je aus einem geradlinigen leitfähigen Streifen, der den Magnetkern 11 an einer Breitseite unterquert und an der gegenüberliegenden Breitseite überquert. Zusammen mit je vier Anschlüssen 21 und 22 sind damit vier  
10 Leiter gebildet, die vom Magnetkern 11 nach Art einer Stromzange umgeben werden. Der magnetische Fluß im Magnetkern 11 ist damit proportional zur Summe der Ströme in diesen Leitern. An einer der Schmalseiten des Magnetkerns 11 ist eine Meßspule 23 mit mehreren Windungen  
15 in der im Beispiel nach Fig. 1 beschriebenen Weise angebracht. Damit kann die Summe der durch die Spulen 20 fließenden Ströme bestimmt werden. Die erforderlichen isolierenden Zwischenschichten sind in diesem Beispiel nicht eingezeichnet.

Ein Übertrager in der in Figur 2 gezeigten Art ist für  
20 einen Fehlerstromschutzschalter geeignet. Dabei kann ein Teil der Auswerteschaltung auf dem Substrat 10 mit aufgebracht sein.



- 9 -

- Leerseite -



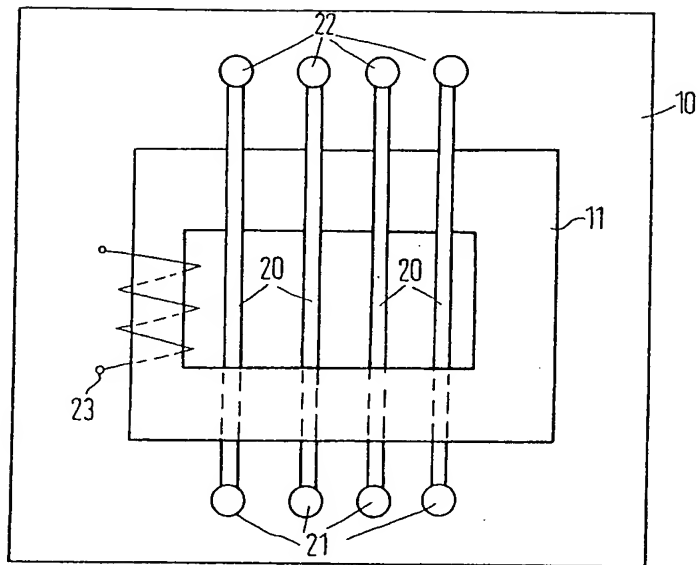


Fig. 2